

**Додаток 1. Розрахункові значення параметрів зовнішнього повітря (температура  $t_{зп}$  і відносна вологість  $\Phi_{зп}$ ) і температури забортної води  $t_{зв}$  для морських суден**

Район плавання судна	Літній період			Зимовий період		
	$t_{зп}, ^\circ\text{C}$	$\Phi_{зп}, \%$	$t_{зв}, ^\circ\text{C}$	$t_{зп}, ^\circ\text{C}$	$\Phi_{зп}, \%$	$t_{зв}, ^\circ\text{C}$
1. Необмежений (з урахуванням експлуатації в тропіках)	34	70	30	-25	85	0
2. Балтійське море	22	60	16	-23	85	0
3. Чорне море	29	60	27	-15	85	5
4. Азовське море	27	60	25	-21	85	1
5. Каспійське море	30	60	27	-20	85	1
6. Середземне море	30	65	26	-3	70	10
7. Південна частина Берингова моря, південна частина Охотського моря	20	80	11	-20	85	0
8. Північна частина Охотського моря	15	75	11	-40	85	-2
9. Північна частина Японського моря	25	75	20	-23	85	0
10. Жовте море	29	80	26	-13	85	1
11. Моря і райони Атлантичного, Індійського та Тихого океанів у районі від $30^\circ$ північної широти до $30^\circ$ південної широти	34	70	30	-	-	-
12. Перська та Оманська затоки	45	40	33	-	-	-
13. Червоне море й Аденська затока	40	50	32	-	-	-

**Додаток 2.** Умови перевезення вантажів, що швидко псуються, та норми завантаження приміщень, що охолоджуються [2]

Вид вантажу, що перевозиться	Температура зберігання, °С	Відносна вологість повітря, %	Число обмінів свіжого повітря на добу (при вентиляції)	Кратність циркуляції (при повітряному охолодженні) за годину	Теплоємність продуктів, кДж/(кг·К)		Вміст соків у харчових продуктах, %	Температура замерзанням, °С	Прихована теплота плавлення *, кДж/кг	Навантажувальний питомий об'єм (при судновому укладанні), м <sup>3</sup> /т
					до заморожування	після заморожування				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Банани	+12...+13	85...90	8...24**	75...95**	3,77*					5...8
Бекон та копченості	-3...+2	70...95	1...2	3...5	1,5...2,0					2,2...2,4
Ікра рибна	-6...-4	70...100	2...4	6...8						2,0...2,2
Картопля*	+2,3...+10	85...90			3,6	1,97	78,5	-1,75	263	
Консерви рибні	-5...+1	70...95	Бажано							1,8...2,0
Масло коров'яче в ящиках і бочках	-18...-12	85...90	1...2	2...4	3,10...5,12	2,09...7,04	3	-1	34,9	2,0...2,4
М'ясо заморожене навалом	-18...-9	70...95	1...2	4...6	2,18...3,35	1,34...1,80	39...73	-2,25	235	2,3...2,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
М'ясо охолоджене підвішене	-3...+1	70...90	2...4	8...10	2,18...3,35	1,34...1,80	39...73			3,3...3,7
Овочі в ящиках	0...6	70...90	2...4	10...40	3,56...4,10		74...91			3,5...4,0
Птиця морожена*	-18	85...90			3,18	1,55		-2,75	246	
Риба морожена в блоках із підпресовкою (в картонній тарі, у мішках і корзинах)	-25...-18	70...100	1...2	4...6	2,85...3,35	1,59...1,80	60...70			1,8...2,2 (3,0...3,5)
Риба солоня в бочках	-6...-1	70...100	Не треба							
Фрукти в ящиках	+2...+4	70...85	2...4	30...40	3,35...3,98		75...90			2,2...2,8
Яйця в ящиках	-1...+1	70...80	2...4	6...8	3,56*	1,88*	70	-0,25		3,0...3,5

Примітки:

\* – дані взято з [6];

\*\* – дані взято із: Закшевский Б., Филин С.О. Опыт эксплуатации оборудования судов для перевозки бананов// Холодильный бизнес. – 2000. – №4. – С.30-33.

**Додаток 3.** Приблизні нормативні значення  $q_F$ ,  $k$  та товщин ізоляційних шарів [10]

Приміщення	Питомий тепловий потік $q_F$ , Вт/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт теплопередачі $k$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	Товщина основної ізоляції, яка закриває обшивку корпусу між елементами набору, $m$ , мм	Товщина ізоляції під полицкою набору $l$ , мм	Товщина ізоляції під полицкою набору в обхідних конструкціях, $n$ , мм	Товщина ізоляції, яка закриває стінку набору в обхідних конструкціях, $p$ , мм	Товщина ізоляції рибанда $m_p$ , мм	Товщина ізоляції пілерсу або його рибандів $m_{піл}$ , мм
Рефрижераторне: зовнішнє розташування огороження	12...23	0,29...0,70	200...300	50...75	50	-	-	50...125
проміжнє розташування огороження	12...23	0,64...0,93	100...250	50...75	50	-	100...200	50...125
Житлове: зовнішнє розташування огороження	12...35	0,7...1,0	50	25...35	15...25	35...50	-	15...30
проміжнє розташування огороження	12...35	1,4...2,9	50	25...25	15...25	35...50	25...50	15...30

Примітка: величина  $m_{піл} = (0,33...0,50) \cdot m$ .

#### Додаток 4. Умови роботи холодильних машин на суднах

№ групи	Споживачі холоду	Температура повітря в трюмі чи споживача, °С	Необхідна температура кипіння, °С	Тип холодильної машини	Система охолодження	Холодоагент
I	Установки та апарати для заморожування риби (повітряні, плиточні)	-35	Від -40 до -45	Двоступінчаста	Безпосередня	R22
II	Трюми для зберігання: <i>мороженої рибної продукції</i>	Від -25 до -30	Від -35 до -40	Одноступінчаста	Безпосередня, розсільна	R22
	<i>м'яса</i>	Від -9 до -18	Від -19 до -28	Те ж саме	Те ж саме	R22
	<i>слабосоленої риби</i>	Від -4 до -8	Від -6 до -18	» »	» »	R22
	<i>апельсинів</i>	Від +1 до +4	Від -6 до -8	» »	» »	R22
	<i>бананів</i>	+12	Від +2 до +4	» »	» »	R22
III	Льодогенератори (для приготування лускатого льоду)	Від -23 до -25	Від -28 до -32	» »	Безпосередня	R22
IV	Технологічні споживачі	Від 0 до -5	Від -5 до -10	» »	Розсільна	R12
V	Системи технічного та комфортного кондиціонування повітря	—	Від 0 і вище	» »	Безпосередня	R22
VI	Провізійні камери для зберігання:					
	<i>м'яса, риби</i>	Від -8 до -15*	Від -18 до -20	» »	Те ж саме	R12
	<i>овочів, фруктів</i>	Від +2 до +4	Від -6 до -8	» »	» »	R12
	<i>масла та жирів</i>	Від -2 до -6	Від -12 до -16	» »	» »	R12

\* Температуру повітря вибирають у залежності від тривалості зберігання провізії



## Продовження Додатка 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
III	Без-сальниковий (ПБ), Сальниковий (П)	V-образне	76	66	24	1,67	ПБ40	4	2,89	1020	620	580	365	42,5	14	27,6	9,5	100	23,5	31,4	18,2		
			76	66	24	1,67	П40	4	2,89	850	620	580	280	44,2	13	28,8	8,8	105	21,7	32,6	16,9	45,7	12,8
		W-образне	76	66	24	1,67	ПБ60	6	4,33	1090	700	685	420	63,7	21	41,4	14,3	150	35	47,1	27,3		
			76	66	24	1,67	П60	6	4,33	885	700	685	330	66,3	19,5	43	13,3	157	32,5	48,9	25,4	68,1	19,2
		VV-образне	76	66	24	1,67	ПБ80	8	5,78	1120	755	650	480	85	28	55,2	19	200	47	62,8	36,4		
			76	66	24	1,67	П80	8	5,78	930	755	650	375	88,4	26	57,6	17,6	210	43,4	65,2	33,8	91,8	25,5
IV		V-образне	115	82	24	1,67	ПБ110	4	8,35	1300	900	800	1000	128	41,5	83	28,2	268	63,5	94	54		
			115	82	24	1,67	П110	4	8,35	950	900	800	770	134	39	87	26,6	280	60	100	51	138	39
		VV-образне	115	82	24	1,67	ПБ220	8	16,7	1460	1140	890	1220	256	83	166	56,4	536	127	188	108		
			115	82	24	1,67	П220	8	16,7	1110	1140	890	1000	268	78	174	53,2	560	120	200	102	276	78

Холодопродуктивність та споживаема потужність наведені при вказаних  $t_0$  та  $t_k=30$  °С,  $t_{вс}=20$  °С,  $t_3=25$  °С (для R717  $t_{вс}=-10$  °С; для R22 при  $t_0=5$  °С температура конденсації

**Додаток 6.** Основні характеристики одноступінчастих поршневих холодильних компресорів, які випускаються в Україні

Марка компресора	Основні параметри								Характеристики при роботі на								Примітки
	Розташування циліндрів	Кількість циліндрів	Діаметр циліндру, мм	Хід поршня, мм	Частота обертання вала, с <sup>-1</sup>	Об'єм, який описується поршнями, $V_T \cdot 10^2$ , м <sup>3</sup> /с	Габаритні розміри, мм	Маса, кг	R12, $t_0 = -15$ °C і $t_k = 30$ °C		R22, $t_0 = -15$ °C і $t_k = 30$ °C		R142, $t_0 = 5$ °C і $t_k = 60$ °C		R22, $t_0 = 5$ °C і $t_k = 40$ °C		
									Холодопродуктивність $Q_0$ , кВт	Потужність $N$ , кВт	Холодопродуктивність $Q_0$ , кВт	Потужність $N$ , кВт	Холодопродуктивність $Q_0$ , кВт	Потужність $N$ , кВт	Холодопродуктивність $Q_0$ , кВт	Потужність $N$ , кВт	
<b>Герметичні компресори</b>																	
ХГВ-2,2	---	1	36	19	50		246x246x345	27							2,56	0,77	
ХГВ-4,5	Кутове під 90°	2	36	19	50		246x246x370	32							5,24	1,5	
ХГВ-9,0	Дворядне під кутом 90°	4	36	19	50		246x246x460	43							10,48	2,9	
ХГВ-14,0	Однорядне	2	50	30	50		296x296x480	56							16,3	4,7	
ХГВ-28,0	Дворядне під кутом 90°	4	50	30	50		326x326x545	75							32,6	9,3	
КХГВ-14,0		2	50	24	66,7										16,8	Працює від мережі з $f=400$ Гц	
<b>Сальникові компресори</b>																	
1П10-2-02	Вертикальне	2	67,5	50	24	0,861	368x324x390	47			12,5	4,22	6,8	2,73			
1П20-2-02	V-образне	4	67,5	50	24	1,72	484x530x426	90			25	8,5	13,8	5,46			



## Продовження Додатку 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Безсальникові компресори																	
1ПБ7	Вертика- льне	2	67,5	50	16	0,572	595x370x455	130	5,06	2,02	8,02	3,2	4,24	2,0			
1ПБ10		2	67,5	50	24	0,861	595x370x455	130	7,56	3,0	11,98	4,8	6,4	3,0			
4ПБ14	V-образне	4	67,5	50	16	1,15	710x540x510	220	10,17	4,07	16,04	6,4	8,48	4,0			
4ПБ20		4	67,5	50	24	1,722	710x540x510	220	15,12	6,0	24	9,6	12,8	6,0			
5ПБ7-2-024	Вертика- льне	2	67,5	50	16,7	0,572	615x370x455	135	5,43	2,17	8,6	3,07	4,5	2,0			
5ПБ10-2-024		2	67,5	50	25,0	0,861	615x370x455	138	8,46	3,37	13,4	4,8	7,16	3,11			
5ПБ14-2-024	V-образне	4	67,5	50	16,7	1,15	680x540x510	215	10,6	4,24	16,8	5,8	9,31	3,93			
5ПБ20-2-024		4	67,5	50	25	1,72	680x540x510	220	15,4	6,14	24,4	8,8	13,7	5,8			
5ПБ36-2-024	VV- образне	8	67,5	50	16,7	2,289	925x630x527	367	22,8	9,12	36,2	11,3	18,4	7,0			
5ПБ50-2-024		8	67,5	50	25	3,444	925x630x527	375	31,5	12,5	50	15,6	26,9	9,8			

Компресори працюють також на R502.

**Додаток 7.** Характеристики деяких одноступінчастих поршневих холодильних компресорів, які знаходяться в експлуатації

Марка компресора	Основні параметри								Характеристики при роботі на							
	Розташування циліндрів	Кількість циліндрів	Діаметр циліндра, мм	Хід поршня, мм	Частота обертання вала, с <sup>-1</sup>	Об'єм, який описують поршні, $V_T \cdot 10^2$ , м <sup>3</sup> /с	Габаритні розміри, мм	Маса, кг	R12		R22		R717			
									$t_0 = -15$ °C, $t_k = 30$ °C		$t_0 = -15$ °C, $t_k = 30$ °C	$t_0 = +5$ °C, $t_k = 40$ °C	$t_0 = -15$ °C, $t_k = 30$ °C			
									Холодопродуктивність $Q_0$ , кВт	Потужність $N$ , кВт	Холодопродуктивність $Q_0$ , кВт	Потужність, кВт	Холодопродуктивність $Q_0$ , кВт	Потужність $N$ , кВт	Холодопродуктивність $Q_0$ , кВт	Потужність $N$ , кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ФГ-0,7		2	36	18	24	0,088			0,81	0,35						
ФГ-1,1		2	36	27	24	0,115			1,28	0,55						
ФГ-1,8		2	50	24	24	0,226			2,09	0,9						
ФГ-2,8	Горизонтальне під кутом 90°	2	50	35	24	0,330	400x390x410	60	3,25	1,4						
ФГ-5,6	Горизонтальне рядне, кутове	4	50	40	24	0,76	420x420x520	90	6,3	2,6						
ФГП-2,2	Горизонтальне	1	42	26	24	0,082	248x248x273	27					2,64	0,8		
ФГП-4,5	Горизонтальне опозитне	2	42	26	24	0,168	278x278x308	32					5,07	1,45		

## Продовження Додатка 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ФГП-9	Горизонталь- не хресто- образне	4	42	26	24	0,336	298x298x360	50					9,88	2,74		
ФГП-14	Горизонта- льне під кутом 90°	4	50	30	24	0,551	318x318x398	62					16,4	4,76		
ФВ-6	Вертикальне	2	67,5	50	24	0,861	368x324x292	50	6,96	2,5	11,0	4,2				
ФУ-12	V-образне	4	67,5	50	16/24	1,15/ 1,72	474x545x430	90	10,9/14	3,5/5	16,3/22,1	5,6/8				
ФУ-40		4	101, 6	70	16/24	3,63/ 5,45	660x625x710	280	36,1/50,1	11,5/17,5						
2ФВБС4	Вертикальне	2	67,5	50	16	0,572	575x370x440	130	5,22	2,2						
2ФВБС6		2	67,5	50	24	0,861	575x370x440	130	7,19	3,0						
2ФУБС9	V-образне	4	67,5	50	16	1,15	710x540x510	220	10,7	4,15	17,48	6,4				
2ФУБС12		4	67,5	50	24	1,722	710x540x510	220	14,5	6,1	22,10	9,5				
2ФУУБС 18	VV-образне	8	67,5	50	16	2,289	860x610x555	348	20,9	9						
2ФУУБС 25		8	67,5	50	24	3,445	860x610x555	353	29	13						
ФУБС15*	V-образне	4	76	40	11,7/ 15,8/ 23,5	0,84/ 1,153/ 1,708	525x935x560	305	16,24	3/3,6/5,5						
АУ-45		4	82	70	16	2,361	660x625x740	260	22,1	7,6	36,1	10,6			37	10,6
22ФУ-45		4	82	70	24	3,661	660x625x740	260	33,7	11,8	53,6	16,0			55,8	16,0
АУУ-90	VV-образне	8	82	70	16	4,722	1100x910x820	420	44,3	15,2	72,2	21,2			74,5	21,2
22ФУУ-90		8	82	70	24	7,1	1100x910x820	420	67,5	23,6	107,1	32			112	32

\* – Тришвидкісний електродвигун АПВ2-70-8/6/4

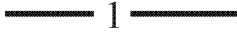
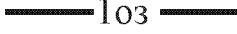




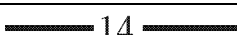
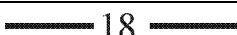
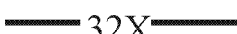
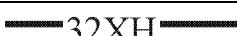

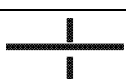

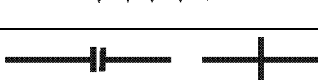

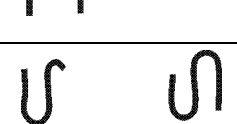

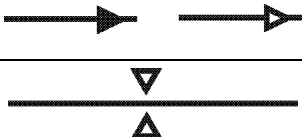
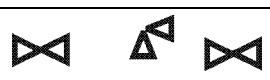

**Додаток 8.** Характеристики оребрених труб [18]

Зовнішній діаметр оребрених труб, мм	Шаг оребрення, мм	Ширина та товщина стрічки, мм	Кількість ребер на 1 м	Довжина стрічки на 1 м, м	Поверхня 1 м оребреної труби, м <sup>2</sup>	Маса 1 м, кг			Ємність 1 м труби, л
						гладкої труби	стрічки 1 м оребрення	усього	
57	35,7	46×1	28	10,9	1,12	4,62	3,94	8,60	1,96
38	35,7	46×1	28	9,5	0,80	1,98	3,43	5,41	0,88
32	35,7	46×1	28	8,2	0,60	1,65	2,58	4,23	0,59
57	30	30×1	33	12,2	0,70	4,60	2,90	7,50	1,96
38	30	30×1	33	10,1	0,54	1,98	2,39	4,37	0,88
38	20	30×1	50	15,4	0,76	1,98	3,62	5,60	0,88
32	20	30×1	50	14,5	0,69	1,65	3,40	5,05	0,59










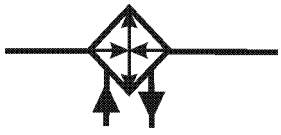
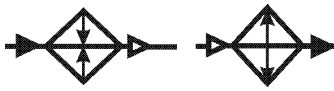

**Додаток 9.** Основні показники, що характеризують процеси теплообміну в апаратах парокомпресорних холодильних машин [1]

Апарат	Густина теплового потоку, віднесена до оребреної поверхні трубок, $q_F$ , кВт/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт теплопередачі, віднесений до оребреної поверхні трубок, $k$ , кВт/(м <sup>2</sup> ·К)	Середній логарифмічний температурний напір $\theta$ , К	Швидкість рідини у середенні трубок, $W_{вн}$ , м/с	Швидкість середовища між трубками $W_{зовн}$ , м/с	Коефіцієнт оребрення $\beta = F_{сп}/F_{зо вн}$
Конденсатори кожухотрубні та кожухозмійовикові хладонові з ребристими накатними трубками	3,5...5,6	0,6...1,1	4...6	0,5...2,5	Немає даних	2,9...4,0
Випарники кожухотрубні хладонові, затоплені з ребристими (накатними) трубками	1,0...2,5	0,2...0,4	4...6	0,7...2,5	Те ж саме	2,8...4,0
Випарники кожухотрубні та кожухозмійовикові хладонові з кипінням у трубках із внутрішнім оребренням	1,0...5,0	0,3...0,7	8...10	Немає даних	0,2...0,7	Немає даних
Повітроохолоджувачі безпосереднього охолодження з ребристими трубками трюмів та провізійних камер	0,12...0,40	0,015...	7...12	0,1...1,3	2...8	6...24
Батарей безпосереднього охолодження та розсільні ребристі	0,023...0,09	0,037	7...15	0,1...1,0	Немає даних	8...19
Теплообмінники регенеративні кожухозмійовикові хладонові гладкотрубні	2,5...6,0	0,0035...0,008	20...30	0,8...1,2	6	-

**Додаток 10 – Умовні зображення основних елементів схем холодильних установок [11]**

Умовні зображення	Елементи схеми
Трубопроводи	
	Водяний трубопровід
	Трубопровід охолодження забортною водою
	Трубопровід охолодження прісною водою
	Паровий трубопровід
	Повітряний трубопровід
	Аміачний трубопровід
	Мастильний трубопровід
	Хладоновий трубопровід
	Трубопровід холодоагенту
	Трубопровід холодоносія
	З'єднання трубопроводів
	Перехрестя трубопроводів (без з'єднання)
	Ізольовані ділянки трубопроводів
	Фланцеве та штуцерне з'єднання трубопроводів
	Розгалуження, колектор
	Сифони різні (гідрозатвори)
	Злив рідини та випуск газу із системи
	Шайба дросельна, звужуючий витратомірний пристрій
	Клапани запірні: прохідний, кутовий та триходовий
	Клапани регульовальні: прохідний, кутовий та прохідний з дистанційним керуванням

Умовні зображення	Елементи схеми
Арматура трубопроводів	
	Клапани запобіжні: прохідний, кутовий та сигнальний
	Клапани зворотні (неповоротні): прохідний та кутовий (рух робочого середовища від білого до чорного)
	Клапан дросельний
	Клапан редукційний (вершина трикутника у бік високого тиску)
	Засувка
	Манометри: загальне позначення, пружинний, вакуумметр, мановакуумметр, U-образний
	Термометр рідинний
Компресори та насоси	
	Насос із постійним напрямом потоку та постійною подачею
	Насос із реверсивним потоком і постійною подачею
	Компресор та вакуум-насос
	Насос шестеренчастий
	Насос (компресор) гвинтовий
	Насос (компресор) кривошипно-поршневий
	Насос (компресор) лопатевий відцентровий
	Насос водоструйний та пароструйний
	Насос (компресор) ротаційний лопатевий
	Вентилятор відцентровий

Умовні зображення	Елементи схеми
	Вентилятор осьовий
	Двигун приводний
	З'єднання двох валів: глухе та із запобіганням від перевантаження
Апарати та посудини	
	Баки під атмосферним тиском, із тиском внутрішнім, вище та нижче атмосферного
	Акумулятори: пневматичний та гідравлічний (ресервер, балон)
	Фільтр для рідини або повітря
	Волого- або мастиловіддільники з ручним та автоматичним спусканням конденсату або мастила
	Осушувач робочого тіла хімічним способом
	Нагрівач та охолоджувач рідини або газу
	Охолоджувач і нагрівач (зовні ромбу зображається трубопровід охолоджуючого або нагрівачого середовища)
	Випарник і конденсатор
	Форсунка